

ระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยใช้เครื่องแม่ข่ายบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ทินกร ก้อนสิงห์¹ อัจฉราวรรณ เนื่องนิตย์²

^{1,2}สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่ 169 หมู่ 3 ตำบลหนองแก้ว อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่

โทรศัพท์: 0-5381-9999 โทรสาร: 0-5381-9998 E-mail: tinnakorn@northcm.ac.th

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จะใช้งานเฉพาะจุด(ชุดควบคุม 1 ชุดสำหรับ บ้านเรือน อาคาร ใน 1 สถานที่) และต้องมีเครื่องคอมพิวเตอร์ในการควบคุมประจำในแต่ละสถานที่ จากข้อจำกัดในระบบดังกล่าว จึงมีแนวคิดจัดทำงานวิจัยโดยมีวัตถุประสงค์ในการควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่างๆให้มีลักษณะที่ควบคุมได้หลากหลายสถานที่ และไม่จำเป็นต้องมีเครื่องคอมพิวเตอร์ในการควบคุมในแต่ละจุด โดยอาศัยหลักการจัดทำเครื่องแม่ข่าย(Server) ในการควบคุมการทำงานในแต่ละสถานที่ กระบวนการดังกล่าวจะถูกควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 และสามารถตรวจสอบสถานะของเครื่องใช้ไฟฟ้าในอาคารได้ โดยดำเนินการผ่านทางเว็บแอปพลิเคชันจากเครื่องลูกข่าย(Client) ไปยังซอฟต์แวร์ที่ถูกติดตั้งไว้บนเว็บเซิร์ฟเวอร์ ดังนั้นผู้ใช้งานสามารถควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกจุดที่ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุม ทุกที่ ทุกเวลา ที่มีโครงข่ายอินเทอร์เน็ต มีระบบรักษาความปลอดภัยในการเข้าใช้งานโดยใช้รหัสผ่าน ดังนั้นงานวิจัยจึงช่วยอำนวยความสะดวกและรักษาความปลอดภัยต่อทรัพย์สิน รวมถึงมีประสิทธิภาพที่สามารถนำไปใช้งานจริงในชีวิตประจำวัน

คำสำคัญ-- เครื่องใช้ไฟฟ้า; อินเทอร์เน็ต; เครื่องแม่ข่าย; เครื่องลูกข่าย; เว็บแอปพลิเคชัน; เว็บเซิร์ฟเวอร์

บทนำ

ในปัจจุบันการใช้พลังงานไฟฟ้าในโลกมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆ ก่อให้เกิดผลกระทบต่อโลกโดยตรง อาทิ ภาวะโลกร้อน เป็นต้น ดังนั้นการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง ตัวอย่างการตระหนักและใส่ใจต่อการใช้พลังงาน เช่น สติ๊กเกอร์ณรงค์ปิดไฟทุกดวงหลังเลิกงาน การณรงค์เปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศเป็นเวลา เป็นต้น ในปัจจุบันเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต มีบทบาทในชีวิตประจำวันเป็นอย่างมาก หน่วยงานหรือองค์กรมีการนำอินเทอร์เน็ตมาปรับใช้ในกระบวนการทำงานกันอย่างแพร่หลาย ทำให้การติดต่อสื่อสารมีความรวดเร็ว ตัวอย่างที่เครือข่ายอินเทอร์เน็ตเข้ามามีบทบาท อาทิ การสืบค้นข้อมูล รับ-ส่งอีเมลล์ การติดต่อกับหน่วยงานราชการและบริษัทต่างๆ อินเทอร์เน็ตทำให้ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายได้เป็นอย่างดี เช่นการส่งอีเมลล์แทนการส่งแฟกซ์ หรือ การใช้โปรแกรม chat แทนการพูดคุยทางโทรศัพท์ เป็นต้น ในยุคปัจจุบันที่การทำงานแข่งกับเวลา การใช้งานอุปกรณ์อำนวยความสะดวก

สะดวกต่างๆ ล้วนต้องการความรวดเร็วและความปลอดภัยในเวลาเดียวกัน อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ถือเป็นอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่มีคุณสมบัติซับซ้อนต่อมนุษย์ หากใช้อย่างถูกวิธีและไม่ประมาทในการใช้งาน ตัวอย่างที่ไม่ถูกต้อง อาทิ เตาหุงต้มที่ใช้งานมีกำลังความร้อนที่สูง หากปล่อยเสียบปลั๊กทิ้งไว้ อาจทำให้เกิดความเสียหายจากอัคคีภัยได้ กาน้ำร้อนที่ลืมนำเมื่อน้ำในกาหมด หากกาน้ำร้อนยังคงทำงานต่อไปอาจทำให้เกิดการลุกไหม้ได้เช่นกัน ตลอดจนพัดลมและหลอดไฟที่เปิดทิ้งไว้จะทำให้สูญเสียพลังงานไฟฟ้าโดยใช่เหตุและเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นอีกด้วย

จากเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้เกิดแนวคิดของการนำระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมาช่วยแก้ปัญหาการใช้ไฟฟ้าอย่างสิ้นเปลืองในอาคาร บ้านเรือน บริษัท ห้างร้าน หน่วยงาน และองค์กรต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง อันเกิดจากการลืมปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่างๆ จากงานวิจัย [1] [2] [3] พบว่าเทคโนโลยีการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จะใช้วิธีการจัดทำชุดควบคุม 1 ชุดสำหรับ บ้านเรือน อาคาร ใน 1 สถานที่ และต้องมีเครื่องคอมพิวเตอร์ในการควบคุมประจำในแต่ละสถานที่ จากข้อจำกัดในระบบดังกล่าว จึงมีแนวคิดจัดทำงานวิจัยในการควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆให้มีลักษณะที่ควบคุมได้หลายสถานที่ และไม่จำเป็นต้องมีเครื่องคอมพิวเตอร์ในการควบคุมในแต่ละสถานที่ โดยอาศัยหลักการจัดทำเครื่องแม่ข่าย(Server) ในการควบคุมการทำงานในแต่ละสถานที่ ทำให้เกิดความสะดวกและประหยัดค่าใช้จ่ายต่อผู้ใช้งานที่สามารถใช้งานระบบทั้งจากภายในและภายนอกสถานที่ ระบบสามารถทำการตั้งเวลาเปิด-ปิดการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าจากระยะไกลได้ สามารถตรวจสอบสถานะของเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านเว็บแอปพลิเคชันได้ ในส่วนของกรควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เป็นชุดควบคุม ระบบสามารถใช้แทนการควบคุมในลักษณะการเปิด-ปิดปกติ (Manual) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วิธีการวิจัย

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อนำเทคโนโลยีระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มาประยุกต์ใช้กับระบบควบคุมการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า
2. เพื่อจัดสร้างเว็บแอปพลิเคชันที่สามารถติดต่อควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ โดยอาศัยหลักการจัดทำเครื่องแม่ข่าย (Server) ในการควบคุมการทำงานในแต่ละสถานที่

ขอบเขตของงานวิจัย

1. ทำการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยการเปิด-ปิด ทั้งแบบปกติ และควบคุมจากระยะไกลได้
2. ทำการตั้งเวลาเปิด-ปิดได้
3. ตรวจสอบสถานะการใช้งานของเครื่องใช้ไฟฟ้าได้
4. อุปกรณ์ที่ทำการติดตั้ง 1 ชุด สามารถควบคุมการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ 8 อุปกรณ์ ต่อ 1 ไอพีแอดเดรส
5. มีการตรวจสอบสถานะของผู้ใช้ ในการควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
6. สามารถควบคุมการทำงานผ่านเว็บแอปพลิเคชัน 1 ผู้ใช้ ต่อ 1 ไอพีแอดเดรส

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล
2. ระบบปฏิบัติการ Windows XP SP2
3. โปรแกรมภาษาซี (C Language)
4. โปรแกรมภาษาพีเอชพี (Personal Home Page Language)
5. ชุดควบคุม EZL-50L (ezTCP/LAN)
6. ชุดอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ IC P89C51RD2

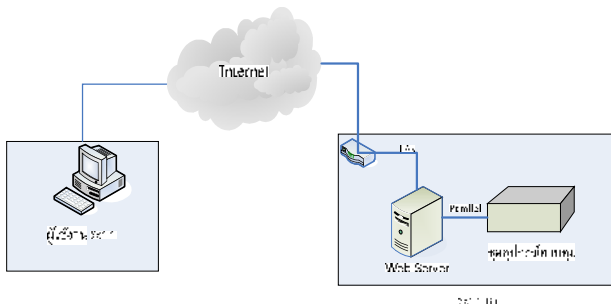
P89C51RD2

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ประสิทธิภาพของการพัฒนาระบบ

ระบบงานเดิม

การทำงานระบบจะทำการติดตั้งเครื่องแม่ข่ายที่มีบริการเว็บเซิร์ฟเวอร์ ในการทำงานระบบจะต้องมีเครื่องแม่ข่าย ที่คอยตรวจสอบสถานะอยู่ตลอดเวลา ระหว่างเครื่องแม่ข่าย จะมีการเขียนโปรแกรมผ่านพอร์ตขนาน (Parallel Port) ส่งข้อมูลให้ชุดอุปกรณ์ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า และทำการสั่งงานผ่านเว็บได้ทันที ข้อจำกัดของการใช้งาน จะกระทำได้เพียง 1 ผู้ใช้เท่านั้น และไม่สามารถขยายการควบคุมไปยังสถานที่อื่นๆ ได้ เฉพาะเจาะจงเพียงสถานที่เดียว ดังในรูปที่ 1



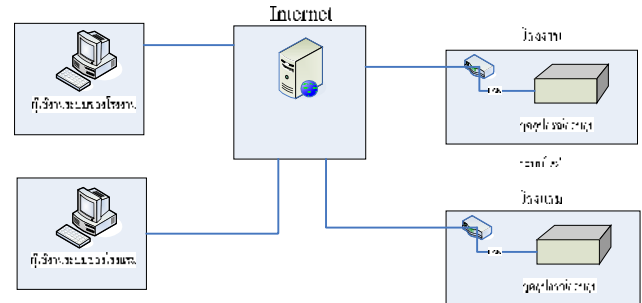
รูปที่ 1. ระบบงานเดิม

ระบบงานเดิมมีข้อจำกัดในการควบคุม ทำการควบคุมได้เพียง 1 สถานที่เท่านั้น อีกทั้งต้องมีเครื่องคอมพิวเตอร์ในการควบคุม ที่ต้องเปิดการทำงานไว้ตลอดเวลาเพื่อให้ระบบทำงานได้ ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า

ระบบงานใหม่

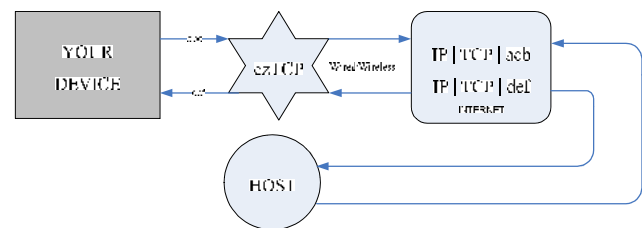
การทำงานระบบใหม่ได้ทำการออกแบบให้เครื่องแม่ข่ายทำการติดตั้งอยู่บนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (จากผู้ให้บริการหรือจัดทำขึ้นเอง)

ทำให้ง่ายต่อการขยายระบบและการเข้าใช้งานโดยมีการตรวจสอบสถานะของผู้ใช้ในการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ การทำงานของระบบประกอบไปด้วยเครื่องแม่ข่ายบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทำหน้าที่ติดต่อกับชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยจัดส่งข้อมูลให้ชุดอุปกรณ์ควบคุม เพื่อทำการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าให้ทำงานตามคำสั่ง ดังรูปที่ 2



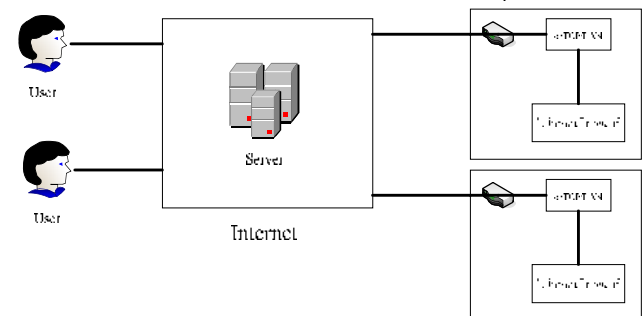
รูปที่ 2. ระบบงานใหม่

ระบบใหม่ใช้ โปรโตคอล TCP/IP ในการเชื่อมโยงเครื่องแม่ข่ายที่ติดตั้งในระบบเครือข่ายติดต่อกับชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยมีอุปกรณ์ที่เป็นจุดศูนย์กลางเรียกว่า ชุดควบคุม ezTCP/LAN ทำหน้าที่ในการแยกการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าในแต่ละสถานที่

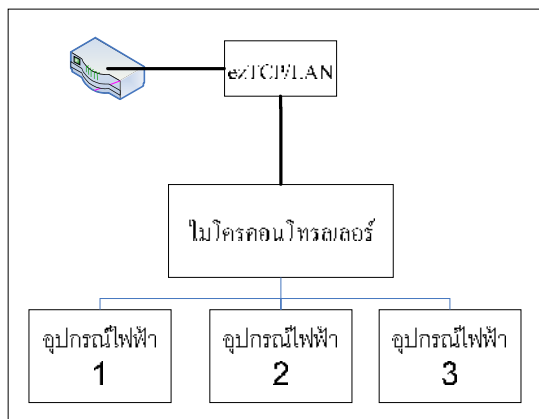


รูปที่ 3. การเชื่อมโยงโดยผ่านอุปกรณ์ ezTCP/LAN

จากรูปที่ 3 อุปกรณ์ ezTCP/LAN ทำหน้าที่ในการติดต่อสื่อสารระหว่างระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและไมโครคอนโทรลเลอร์เชื่อมโยงเข้าด้วยกัน ezTCP/LAN มีหน้าที่แปลงข้อมูลจากโปรโตคอล TCP/IP ให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เข้าสู่ชุดควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อทำการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าต่อไป เมื่อนำไปประยุกต์เข้ากับชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ จะทำการติดตั้งอุปกรณ์ ezTCP/LAN อยู่ในเครือข่ายท้องถิ่น โดยใช้หมายเลขไอพีแอดเดรสในการระบุตำแหน่งอ้างอิง

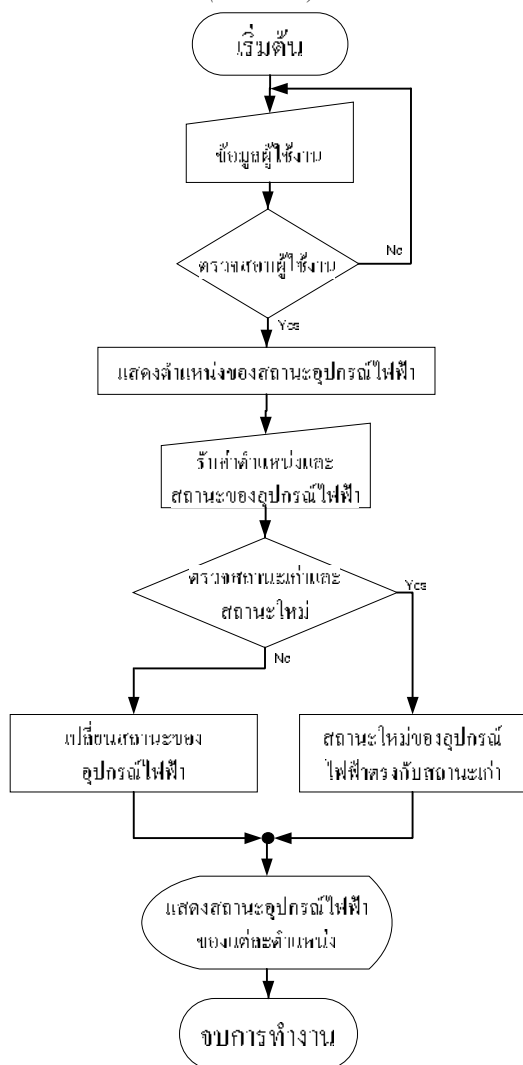


รูปที่ 4. แสดงการติดตั้ง ezTCP/LAN ในระบบงานใหม่



รูปที่ 5. แสดงการติดตั้ง ezTCP/LAN ในเครือข่ายท้องถิ่น

แผนผังการทำงานของระบบ (Flowchart)



รูปที่ 6. แผนผังการทำงานของระบบ (Flowchart)

วิธีการดำเนินการทดลอง

1. ศึกษาวิธีการรับ-ส่งข้อมูลในเครือข่ายท้องถิ่น (Local Area Network) เพื่อใช้ในการจัดทำระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยไมโครคอนโทรลเลอร์
2. ศึกษาวิธีการในการรับ-ส่งข้อมูลผ่านพอร์ตซีเรียลเน็ต โดยใช้อุปกรณ์ ezTCP/LAN ในการจัดการข้อมูล และทำการส่งต่อไปยังชุดไมโครคอนโทรลเลอร์
3. ศึกษาวิธีการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ให้ทำการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 โดยทำการเขียนโปรแกรมควบคุม เพื่อเลือกควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าในและพอร์ตการทำงาน
4. ศึกษาวิธีการเขียนโปรแกรมติดต่อผ่านเว็บแอปพลิเคชันบนเครื่องแม่ข่ายในการเขียนติดต่ออุปกรณ์ ezTCP/LAN และชุดไมโครคอนโทรลเลอร์
5. ทดสอบระบบและติดตั้งเพื่อใช้งานจริง

ผลการทดลองและการอภิปรายผล

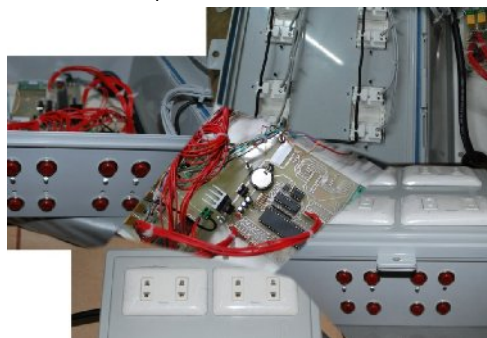
การทดสอบการทำงานของระบบ พบว่าในการใช้โปรแกรมเว็บแอปพลิเคชันที่ได้จัดทำ มีการตอบสนองในการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ โดยมีลำดับขั้นตอนในการทดสอบ ดังนี้

1. ทดสอบชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า
2. ทดสอบติดต่ออุปกรณ์ ezTCP/LAN ผ่านระบบเครือข่ายท้องถิ่น
3. ทดสอบการเชื่อมต่อระหว่างเว็บแอปพลิเคชันและชุดไมโครคอนโทรลเลอร์
4. ทดสอบการติดต่อฐานข้อมูลโดยใช้เว็บแอปพลิเคชันผ่านเครื่องแม่ข่าย
5. ทดสอบเว็บแอปพลิเคชันในส่วนของผู้ใช้งานทั่วไป
6. ทดสอบเว็บแอปพลิเคชันในส่วนของผู้ดูแลระบบ
7. ทดสอบเว็บแอปพลิเคชันทำการเชื่อมโยงระบบทั้งหมด
8. ทดสอบระบบความปลอดภัยและการขาดการติดต่อระหว่างผู้ใช้งานและระบบ
9. ทดสอบระบบโดยกำหนดให้มีผู้ใช้งานมากกว่า 1 จุดทดสอบ

ตัวอย่างการทดสอบ

ทดสอบเว็บแอปพลิเคชันทำการเชื่อมโยงระบบทั้งหมด

ในการทดสอบใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เชื่อมต่อชุดควบคุมไฟฟ้า จากนั้นทำการเชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ต จากผลการทดสอบสามารถใช้งานได้จริงกับอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าแรงดันมาตรฐาน 220 V



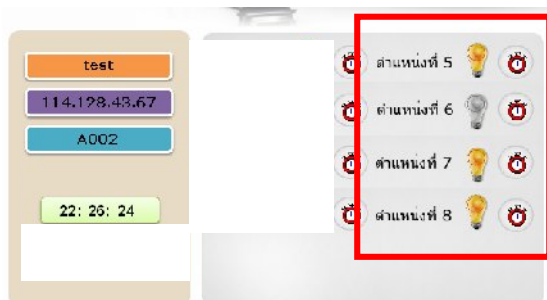
รูปที่ 7. แสดงการเชื่อมต่อระบบทั้งหมด

จากนั้นนำชุดอุปกรณ์ควบคุม ezTCP/LAN เชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ตตามไดอะแกรม ดังรูปที่ 4 ทำการเชื่อมต่อชุดอุปกรณ์ควบคุมต่อเข้ากับตัวกลางในการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต อุปกรณ์ที่ใช้คือเอดีเอสแอลเราเตอร์ (ADSL Router) เพื่อให้ชุดอุปกรณ์ควบคุมสั่งการผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้



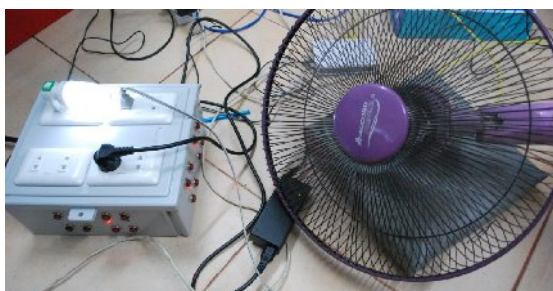
รูปที่ 8. แสดงชุดอุปกรณ์ควบคุมต่อกับเราเตอร์

จากรูปที่ 8 นำชุดอุปกรณ์ควบคุมการเปิด-ปิดเชื่อมต่อเข้ากับระบบอินเทอร์เน็ต ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าจากสวิทช์ที่ชุดควบคุม ทดสอบกดสวิทช์เปิดตำแหน่งที่ 5 7 และ 8 โดยสังเกตจากหลอดไฟแอลอีดีสีแดงสว่าง จากนั้นทดลองดูผลลัพธ์จากหน้าจอเว็บแอปพลิเคชัน จากการทดสอบตำแหน่งที่ได้ตรงตามตำแหน่งของหลอดไฟ คือ ตำแหน่งที่ 5 ตำแหน่งที่ 7 และตำแหน่งที่ 8 สถานะหลอดไฟติดสว่าง มีเพียงตำแหน่งที่ 6 สถานะหลอดไฟดับ



รูปที่ 9. แสดงการทดสอบสถานะของหลอดไฟ

ทำการทดสอบต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าเสียบผ่านเต้าเสียบ ใช้ไฟมาตรฐาน 220 โวลต์ เชื่อมต่อกับเต้าเสียบในตำแหน่งที่ 2 4 และ 6 โดยทำการควบคุมแบบกดสวิทช์ปกติ แบบควบคุมผ่านอินเทอร์เน็ต และแบบควบคุมโดยการตั้งเวลา



รูปที่ 10. แสดงการต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าเข้ากับระบบควบคุม

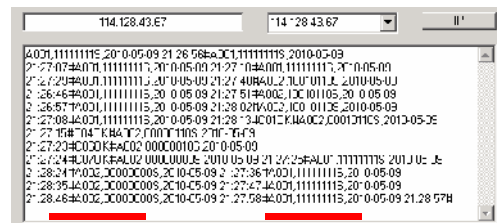
จากรูปที่ 10 จะเห็นได้ว่ามีอุปกรณ์ 3 ชนิด คือ หลอดไฟ(2), พัดลม(4) และ คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก(6) ทำการเชื่อมต่อ จะแสดงสถานะการใช้งานตามการแสดงผลของหลอดแอลอีดี ที่กำหนดไว้ในตำแหน่งที่ 2 ตำแหน่งที่ 4 และ ตำแหน่งที่ 6 ดังรูปที่ 11



รูปที่ 11. แสดงการใช้งานของระบบที่มีการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า 3 ตำแหน่ง

ทดสอบระบบโดยกำหนดให้มีผู้ใช้งานมากกว่า 1 จุดทดสอบ

การใช้งานในระบบ เมื่อมีผู้ใช้งานมากกว่า 1 จุดทดสอบขึ้นไป การทำงานของระบบจะมีการตรวจสอบการทำงานโดยอ้างอิงจากหมายเลขไอพีแอดเดรสจากผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต โดยที่ชุดอุปกรณ์ควบคุมจะทำการเชื่อมต่อไปยังเครื่องเซิร์ฟเวอร์ ชุดอุปกรณ์ควบคุมจะมีหมายเลขอ้างอิงของแต่ละชุด (โดยตั้งชื่อชุดอุปกรณ์ควบคุมแต่ละชุดไม่ซ้ำกัน) ข้อมูลที่ส่งเข้า-ออกมายังเครื่องเซิร์ฟเวอร์ ข้อมูลประกอบไปด้วยชุดของข้อมูล, หมายเลขอ้างอิง, สถานะเวลา โดยถูกคัดกรองตามหมายเลขอ้างอิง ของชุดอุปกรณ์นั้นๆ



รูปที่ 12. แสดงการส่งค่าไปยังเครื่องเซิร์ฟเวอร์

ในการทดสอบนำบอร์ดทดลองและชุดอุปกรณ์ควบคุมจำนวน 2 ชุดเชื่อมต่อเข้ากับระบบอินเทอร์เน็ต เพื่อทดสอบการส่งค่า อินพุต-เอาต์พุตของข้อมูล และตรวจสอบข้อมูลหากมีการเข้าซ้อนหรือเกิดการชนกันของข้อมูล

ผลการทดสอบ

ID:admin1 มีค่า A001 โดยมีข้อมูล #A001,11111111S ดังรูปที่ 13

ID:admin2 มีค่า A002 โดยมีข้อมูล #A002,00000000S ดังรูปที่ 14



รูปที่ 13. แสดงสถานะไฟฟ้าของหมายเลขอ้างอิง A001



รูปที่ 14. แสดงสถานะไฟฟ้ของหมายเลขอ้างอิง A002

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยพบว่า การทำงานของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการควบคุมสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ โดยใช้หลักการจัดทำเครื่องแม่ข่าย(Server) ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าในแต่ละสถานที่ กระบวนการดังกล่าวจะถูกควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 และสามารถตรวจสอบสถานะของเครื่องใช้ไฟฟ้าในแต่ละสถานที่ โดยดำเนินการผ่านทางเว็บแอปพลิเคชันจากเครื่องลูกข่าย(Client) ไปยังซอฟต์แวร์ที่ถูกติดตั้งไว้บนเว็บเซิร์ฟเวอร์ ดังนั้นผู้ใช้งานจึงสามารถควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกจุดที่ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุม ทุกที่ ทุกเวลา ที่มีโครงข่ายอินเทอร์เน็ต มีระบบรักษาความปลอดภัยในการเข้าใช้งานระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า และทำการออกแบบระบบให้สามารถรองรับผู้ใช้งานได้มากกว่า 1 ผู้ใช้งานขึ้นไปโดยที่ข้อมูลไม่เกิดการซ้ำซ้อนและการชนกันของข้อมูล จากผลการทดสอบระบบสามารถทำการควบคุมสถานะไฟฟ้าในแต่ละหมายเลขไอพีแอดเดรส ได้ตามที่กำหนด ดังนั้นงานวิจัยจึงช่วยอำนวยความสะดวกและรักษาความปลอดภัยต่อทรัพย์สิน รวมถึงมีประสิทธิภาพที่สามารถนำไปใช้งานจริงในชีวิตประจำวัน

ข้อเสนอแนะ

1. ในการเขียนโปรแกรมเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างฮาร์ดแวร์บนเครื่องข่ายท้องถิ่นสามารถรับส่งข้อมูลได้ตามปกติในเวลาเพียงไม่กี่วินาที แต่เมื่อนำไปทดสอบบนเครื่องข่ายอินเทอร์เน็ต การรับ-ส่งข้อมูลอาจมีความล่าช้า เนื่องจากปัจจัยในส่วนความเร็วของเครื่องข่ายอินเทอร์เน็ต ดังนั้นอัตราความเร็วในการใช้งานระบบควรมีปริมาณแบนด์วิดท์ ตั้งแต่ 1 Mbps ขึ้นไป

2. การเขียนแบบเว็บแอปพลิเคชันโดยใช้ภาษา PHP ในการพัฒนาระบบ ช่องทางเข้าและขาออกของข้อมูลในระบบอินเทอร์เน็ตจะต้องใช้ช่องทางการติดต่อสื่อสารผ่านพอร์ต โดยในบางหน่วยงานหรือองค์กรจะมีการปิดกั้นช่องทางสื่อสารผ่านพอร์ต จะอนุญาตเปิดช่องทางเพียงบางส่วนเท่านั้น ดังนั้นควรศึกษาถึงโครงสร้างการใช้งานอินเทอร์เน็ตภายในองค์กรนั้นๆ

3. การใช้งานในแต่ละครั้งมีการเก็บข้อมูลการใช้งานของระบบผ่านทางระบบอินเทอร์เน็ต ทั้งที่เป็นข้อมูลการใช้งานแบบปกติ และการใช้งานแบบตั้งเวลา สามารถนำข้อมูลจัดเรียงเป็นสถิติตัวเลขและรูปแบบแผนภูมิ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่ที่ให้ทุนสนับสนุนในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] พัทธพงษ์ เมฆงาม. “ระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต”. วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี, 2551
- [2] สราวุธ สงศรีอินทร์. “ระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านอินเทอร์เน็ต”. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย, 2551
- [3] กิตติพงษ์ ชัยประเสริฐ. “การพัฒนาระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านอินเทอร์เน็ตโดยใช้เว็บบนมือถือ”. มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม, 2552
- [4] กิตติ ภัคดิวัฒนะกุล. การออกแบบฐานข้อมูล. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: KTP Comp & Consult, 2546.
- [5] จตุชัย แสงจันทร์, อนุชิต วุฒิพรพงษ์. เจาะระบบ Network ฉบับสมบูรณ์. กรุงเทพฯ: ไอดีซี อินโฟลิสทรีบีวเดอร์ เซ็นเตอร์ จำกัด, 2546
- [6] เศรษฐี มณีธรรม, สำเริง เต็มราม. คัมภีร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ MSC-51. กรุงเทพฯ: KTP Comp & Consult.
- [7] สมประสงค์ ธิติณิลินิ. เรียนลัด PHP. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: โปรวิชั่น, 2547
- [8] Preliminary specification. Data Sheet P89C51RD2. [Online]. http://www.siteplayer.com/docs/001212/Philips_P89C51RD2_6.pdf
- [9] SOLLAE SYSTEMS. EZL-50L/EZL-50M User's Manual. [Online]. <http://rirs3.royin.go.th/coinages/webcoinage.php>